



Uitspoeling risico van maïsstro

Resultaten experiment De Marke



November 2018

Rapportnummer 83



Colofon

Uitgever

Wageningen Livestock Research
Postbus 338, 6700 AH Wageningen
T (0317) 48 01 77
E info@koeienenkansen.nl
www.koeienenkansen.nl

Redactie

Koeien & Kansen

Aansprakelijkheid

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Bestellen

ISSN 0169-3689

Dit rapport is gratis te downloaden op de website:
<https://doi.org/10.18174/464558>

Koeien & Kansen werkt aan een duurzame en toekomstgerichte melkveehouderij.

Het project Koeien & Kansen is een samenwerkingsverband van 16 melkveehouders, proefbedrijf De Marke, Wageningen University & Research en adviesdiensten. Op verzoek van het ministerie van LNV en ZuivelNL toetst, evalueert en verbetert het project de effectiviteit en uitvoerbaarheid van (voorgenomen) mest- en milieuwetgeving onder praktijkomstandigheden en ondersteunt het de Nederlandse melkveehouderijsector bij de implementatie ervan.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de PPS Meerwaarde Mest en mineralen (TKI-AF-12178). Dit onderzoek is gefinancierd door het Ministerie van LNV en de brancheorganisatie ZuivelNL.



Resultaten onderzoek De Marke

Gerjan Hilhorst¹ en Koos Verloop²

¹Wageningen Livestock Research,

²Wageningen Plant Research

Voorwoord

Dit rapport geeft de resultaten weer van een experiment van het achterlaten van maïsstro bij de oogst van maïskolvensilage. Op een maïsperceel zijn objecten aangelegd met het verwijderen en achterlaten van het maïsstro en grasonderzaai en nazaai met Italiaans raaigras en rogge als vanggewas.

Het experiment is uitgevoerd op Melkveeproefbedrijf De Marke en de werkzaamheden op het veld zijn uitgevoerd door André Kemperman. Wij bedanken hem voor de nauwkeurige uitvoering.

Gerjan Hilhorst,
Koos Verloop

Samenvatting

Op een melkveebedrijf is maïskolvensilage (MKS) een hoogwaardig gewas dat krachtvoer kan vervangen. Bij de oogst van MKS blijft het maïsstro achter op het perceel waardoor er een risico kan ontstaan op stikstofuitspoeling uit het gewas en door onderdrukking van de grasonderzaai. Voor het melkveeproefbedrijf De Marke was dit aanleiding om een experiment aan te leggen om de effecten van het achterlaten te onderzoeken. In het experiment zijn vier objecten in drie herhalingen aangelegd waar met grasonderzaai het maïsstro wel en niet is verwijderd (respectievelijk MaïsStro Verwijderen/Onderzaai Italiaans raaigras, MSV/OI en MaïsStro Acherlaten/Onderzaai Italiaans raaigras, MSA/OI) en objecten met onderwerken van maïsstro en nazaai van Italiaans raaigras en onderwerken van maïsstro en nazaai rogge (respectievelijk MaïsStro Onderploegen/Nazaai Italiaans raaigras MSO/NI en MaïsStro Onderploegen/Nazaai Rogge, MSO/NR).

Op de volgende vragen moet het experiment een antwoord geven:

- Hoeveel maïsstro blijft er achter op een perceel wanneer het niet geoogst wordt?
- Wat is het risico op de uitspoeling van stikstof uit het maïsstro?
- Wat is het verschil op stikstofuitspoeling bij achterlaten op de gras onderzaai en het onderwerken en vervolgens inzaaien van gras of rogge?
- Wat zijn de gevolgen voor de gras onderzaai bij het achterlaten van het maïsstro?
- Hoeveel effectieve organische stof kan het maïsstro toevoegen aan de bodem?

Het veld experiment is in de winter van 2016/2017 uitgevoerd. De maïs is op 7 mei 2016 gezaaid, op 18 juni 2016 is er onderzaai van Italiaans raaigras uitgevoerd en op 29 september 2016 is de MKS geoogst en zijn de objecten met nazaai van een vanggewas aangelegd. Op 18 april 2017 is de opbrengst van het vanggewas gemeten.

Met het maïsstro bleef 4300 kg ds -wat overeenkomt met ruim 1000 kg EOS- en 35 kg N per ha op het perceel achter. De opbrengst van de grasonderzaai waar het maïsstro is achtergebleven was in het voorjaar niet significant verschillend van de opbrengst bij verwijdering van maïsstro. De rekenkundige gemiddelden van de opbrengsten waren 1245 kg ds/ha, 18 kg N/ha en 348 kg EOS/ha (MSA/OI) en 1326 kg ds/ha, 17 kg N/ha en 373 kg EOS/ha (MSV/OI). Het achterlaten van het maïsstro heeft dus geen aantoonbare invloed op de ontwikkeling en de opbrengst van de grasonderzaai die als vanggewas in juni onder de maïs is gezaaid. Per saldo nam door het achterlaten van maïsstro de organische stofaanvoer naar de bodem dus toe.

Op 7 momenten is de hoeveelheid N-min in de bodemlaag 0-40 cm gemeten. In oktober en november zijn de hoogste hoeveelheden van ruim 30 kg/ha gemeten en daarna is er een daling in december. De gemeten N-min hoeveelheden zijn in het object waar het maïsstro is verwijderd niet significant lager dan in de objecten waar maïsstro is achtergelaten. In het voorjaar is bij de objecten met nazaai significant hogere N-min hoeveelheden gemeten dan in de objecten met onderzaai. Dit geeft aan dat achterlaten van maïsstro geen aantoonbaar hoger risico oplevert dan verwijdering van maïsstro. Een kanttekening bij dit resultaat is dat eerder in het groeiseizoen stikstof verloren kan zijn gegaan die met de monsternamen is gemist.

De opbrengst van het vanggewas dat na de oogst van de maïs is gezaaid, is lager dan van de grasonderzaai. Italiaans raaigras gezaaid na de oogst van de maïs heeft een opbrengst van 622 kg ds/ha, 11 kg N/ha en 172 kg EOS/ha. Rogge gezaaid na de oogst van de maïs heeft een opbrengst van 307 kg ds/ha, 5 kg N/ha en 80 kg EOS/ha. Grasonderzaai voldeed in dit experiment beter als vanggewas voor de stikstof en als groenbemester dan het zaaien van een gewas na de oogst.

Bij het achterlaten van het maïsstro wordt er met grasonderzaai 350 kg EOS/ha aan de bodem toegevoegd en met het maïsstro 1080 kg EOS/ha. Dit is gunstig voor de organische stof balans van een perceel. Met het maïsstro wordt net zoveel EOS gegeven als met 35 m³ rundveedrijfmest/ha. Behoud van het organische stofgehalte in de bodem draagt op schrale zandgronden wezenlijk bij aan de retentie van water en nutriënten in de bodem en aan beperking van het risico van nitraatuitspoeling. Dit experiment geeft dan ook aanwijzingen dat achterlaten van maïsstro ten opzichte van het verwijderen van maïsstro het risico op stikstofuitspoeling eerder verlaagt dan verhoogt. Zeker bij continue teelt maïs, maar ook bij vruchtwisseling, lijkt het voor de organische stof balans gunstig MKS te oogsten en het maïsstro achter te laten.

Een aantal effecten van het achterlaten van het maïsstro in combinatie met het vanggewas is in het experiment niet goed verklaard doordat er maar één jaar is gemeten. Het weer bepaalt voor een groot gedeelte het resultaat. Het zou daarom verstandig zijn om een proef aan te leggen en die enkele jaren te herhalen zodat er bij verschillende weerjaren wordt gemeten.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1.	Inleiding	1
1.1	Deze studie	1
1.2	Maïs, maïskolvenschroot en maïsstro.....	1
1.3	Probleemstelling, oogstechniek, vanggewassen en nitraatuitspoeling	2
1.4	Doel, onderzoeksvragen en opzet	2
2.	Materialen en methoden	3
2.1	Opzet.....	3
2.2	Gegevensverzameling	4
3.	Resultaten.....	5
3.1	Opbrengst maïsstro.....	5
3.2	Opbrengst vanggewas	5
3.3	Stikstof in de bodem.....	7
4.	Discussie en conclusies	9
4.1	Effecten van achterlaten van maïsstrooisel op het vanggewas en op stikstof in de bodem	9
4.2	Betekenis voor het teeltplan.....	10
4.2.1	Nitraatuitspoeling naar grondwater	10
4.2.2	Organische stof aanvoer	11
4.3	Conclusies.....	12
	Literatuur	13
	Bijlage 1 Schema	14
	Bijlage 2 Opbrengst vanggewas	15

1. Inleiding

1.1 Deze studie

Dit rapport gaat in op de gevolgen van op het land achterlaten van maïsstro dat overblijft na het oogsten van maïskolvenschroot (MKS). Deze verkenning is uitgevoerd op Proefbedrijf De Marke en is ingebed in het voortdurende streven om de risico's op nitraatuitspoeling zoveel mogelijk te beperken.

Proefbedrijf De Marke onderzoekt de mogelijkheden om binnen milieurandvoorwaarden melk te produceren op droge zandgrond. De omstandigheden op De Marke zijn zodanig dat het risico van overmatige nitraatuitspoeling naar het bovenste grondwater hoog is. Dit vraagt om een nauwgezet teeltplan en in het bijzonder voor de uitvoering van de maïsteelt omdat maïsteelt in het algemeen hogere risico's van uitspoeling met zich meeneemt dan gras. Om de risico's op nitraatuitspoeling in de maïsteelt zoveel mogelijk te beperken, is het van belang om: i) te voorkomen dat de bodem na de oogst van maïs 'zwart is', dat wil zeggen dat er geen vanggewas staat dat nutriënten die vrijkomen na de oogst van maïs kan opnemen, ii) de bodemkwaliteit op peil te houden wat onder meer betekent dat voorkomen moet worden dat het organische stofgehalte te laag wordt en iii) dat na de oogst van maïs veel gewasresten achterblijven omdat hieruit in de wintermaanden nutriënten vrijkomen waarvan het onzeker is dat deze opgenomen kunnen worden door een vanggewas. Gezien deze strategieën vraagt het achterlaten van stro na de oogst van MKS bijzondere aandacht.

In deze studie is een veldexperiment uitgevoerd met verschillende behandelingen van het maïsstro dat overblijft na de oogst van MKS.

1.2 Maïs, maïskolvenschroot en maïsstro

Op melkveeproefbedrijf De Marke wordt op een gedeelte van het areaal een krachtvoervervanger geteeld. Omdat er voldoende ruwvoer gewonnen wordt, is er ruimte om gewassen te telen die de aanvoer van krachtvoer verlagen. Hierdoor wordt de aanvoer van fosfor naar het bedrijf met krachtvoer verlaagd en blijft de aanvoer beter in evenwicht met de afvoer van fosfor van het bedrijf met melk en vlees. Dit is één van de doelstellingen van het proefbedrijf.

De meest geschikte krachtvoervervanger die op een melkveebedrijf op droge zandgrond geteeld kan worden, is maïskolvenschroot (MKS). Alleen de kolf van de maïsplant (spil, korrel en schutbladeren) wordt geoogst. In dit product zit veel energie in de vorm van zetmeel en daarom is het geschikt voor hoogproductieve melkkoeien. Die hebben behoefte aan veel energie.

De teeltwijze van maïskolvenschroot is gelijk aan die van snijmaïs en dat is een voordeel. De teelt van snijmaïs is bekend bij een melkveehouder en er is geen teeltkennis van een ander gewas nodig. Ook een voordeel is dat de keuze of de maïs als snijmaïs of als maïskolvenschroot geoogst gaat worden pas vlak voor de oogst gemaakt hoeft te worden. Afhankelijk van de hoeveelheid beschikbaar ruwvoer en de geschiktheid van de maïs wordt bepaald met welk doel de maïs wordt geoogst. Het inkuilen van maïskolvenschroot is gelijk aan het inkuilen van snijmaïs.

Bij snijmaïs wordt de gehele maïsplant geoogst en bij maïskolvenschroot alleen de kolf en blijft het maïsstro (de stengel en het blad) achter op het land.

In 1996 heeft De Marke de eerste ervaring opgedaan met het oogsten van maïskolvenschroot. Er was toen nog nauwelijks ervaring met de oogst van dit product. Wel met de oogst van CCM (Corn Cob Mix). Dan wordt met een kolvenplukker op een combine de kolf van de maïsplant getrokken en vervolgens gedorst. De korrels worden dan gemalen en opgeslagen. Dit product is voor melkkoeien minder geschikt omdat de energie in de pens heel snel beschikbaar komt en er pens verzuring kan ontstaan. Omdat bij maïskolvenschroot de spil en de schutbladeren mee geoogst en ingekuild worden, is het product trager in de pens dan CCM.

1.3 Probleemstelling, oogsttechniek, vanggewassen en nitraatuitspoeling

Op De Marke is gezocht naar methoden om het maïsstro te oogsten. Het stro afmaaien, bij elkaar harken en vervolgens hakselen en inkuilen gaf veel grond in het product en er kon maar een gedeelte van het maïsstro worden geoogst. Daarom is in samenwerking met een machinebouwer een machine ontwikkeld die in één werkgang de kolf en het maïsstro gescheiden kan oogsten, gescheiden kan hakselen en gescheiden kan verzamelen. Het voordeel van deze oogstmethode is dat van de maïsplant twee verschillende voedermiddelen wordt gemaakt. De maïskolvenschroot is energierijk en geschikt voor melkkoeien en het maïsstro is energiearm en structuur. Indien aangevuld met eiwit uit kuilgras is maïsstro een prima rantsoen voor ouder jongvee en droogstaande koeien.

Naast het doel als ruwvoerwinning is het voorkomen van stikstofuitspoeling ook een doel van het oogsten van het maïsstro. Als het product geoogst wordt, kan er immers geen stikstof verloren gaan naar het grondwater. Dit zijn de twee belangrijkste redenen waarom op De Marke gezocht is naar een oogstmethode om het maïsstro te kunnen oogsten.

Om stikstofuitspoeling bij de maïssteelt te minimaliseren, wordt op De Marke in juni al gras onder de maïs gezaaid, de zogenaamde gras onderzaai. Dit gras legt de stikstof vast die de maïs gedurende het groeiseizoen niet heeft opgenomen. Bij de oogst van de maïs is er door het gras al stikstof vastgelegd en die vastlegging gaat versnellen na de oogst van de maïs. Gras onderzaai heeft een voorsprong ten opzichte van een vanggewas dat pas na de oogst van de maïs wordt gezaaid. Een risico van het achterlaten van het maïsstro is dat de onderzaai gras in de verdrukking komt. Het maïsstro komt bovenop het gras te liggen waardoor het gras mogelijk geremd wordt in de groei en daardoor minder stikstof kan vastleggen en minder organische stof kan produceren. Een voordeel van het achterlaten van het maïsstro is toevoeging van organische stof aan de bodem. De kosten van het oogsten van maïskolvenschroot zijn relatief hoog, mede doordat er geïnvesteerd moet worden in een machine met een complexere techniek. Er zitten dus voor- en nadelen aan het achterlaten van maïsstro op het perceel. Vooraf kan zonder experiment moeilijk beoordeeld worden of de potentiële voordelen tegen de nadelen opwegen. Dit was voor De Marke aanleiding om onderzoek te doen naar de effecten van achterlaten van het maïsstro.

Hierbij zijn twee voor de hand liggende strategieën ten aanzien van het bewerken van maïsstro in beschouwing genomen, te weten:

Laten liggen bovenop onderzaai van Italiaans raaigras

Onderwerken en vervolgens een vanggewas inzaaien, zoals rogge of Italiaans raaigras.

Deze strategieën zijn in dit onderzoek vergeleken met het verwijderen van maïsstro.

1.4 Doel, onderzoeksvragen en opzet

Bij de standaard oogstmethode van maïskolvenschroot blijft het maïsstro achter op het perceel. Dit geeft op De Marke een aantal mogelijke nadelen maar ook een aantal voordelen. Om die voor- en nadelen te onderzoeken is in 2016 een veldexperiment aangelegd.

De onderzoeksvragen zijn:

- Hoeveel maïsstro blijft er achter op een perceel wanneer het niet geoogst wordt?
- Wat is het risico op de uitspoeling van stikstof uit het maïsstro?
- Wat zijn de gevolgen voor de gras onderzaai bij het achterlaten van het maïsstro?
- Wat is het verschil op stikstofuitspoeling bij achterlaten op de gras onderzaai en het onderwerken en vervolgens inzaaien van gras of rogge?
- Hoeveel effectieve organische stof kan het maïsstro toevoegen aan de bodem?

2. Materialen en methoden

2.1 Opzet

Het experiment is aangelegd op een perceel van De Marke waar voor het tweede jaar maïs is geteeld. Voorafgaande aan de maïsperiode was het perceel drie jaar grasland. Het perceel is opgenomen in een vruchtwisseling van drie jaar gras en drie jaar bouwland.

Het perceel ligt op zand (CEC 45 mmol+/kg), heeft 4% organische stofgehalte, een Pw-getal van 31 en een pH van 5,4.

Op 13 april is het vanggewas vernietigd met een messeneg, op 21 april is er geploegd met een vorenpakker en op 4 mei is er 30 m³/ha rundveedrijfmest in rijen geïnjecteerd. Voor het zaaien is er 150 kg/ha K-60 gestrooid.

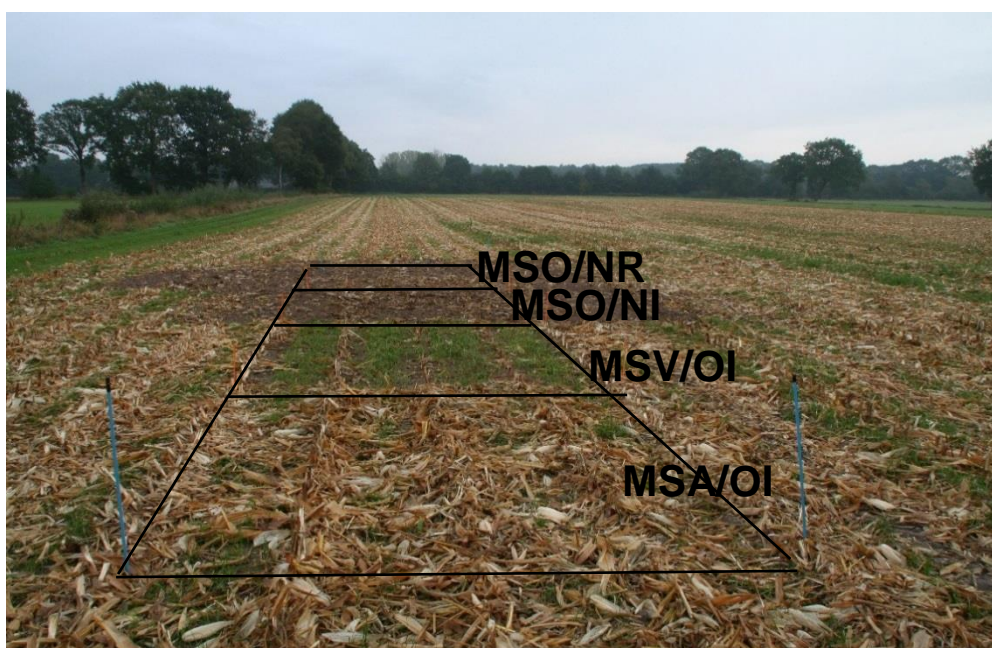
Op 7 mei is de maïs gezaaid en op 18 juni is op het gehele perceel Italiaans raaigras als onderzaai gezaaid. Op 29 september is de maïskolvenschroot geoogst en het maïsstro op het perceel achter gebleven. Er was op dat moment een goed ontwikkelde gras onderzaai aanwezig. De onderzaai was goed ontkiemd maar had sinds ontkieming nog nauwelijks biomassa ontwikkeld en heeft het karakter van een lichte zode (gemiddelde bladlengte 5 cm).

In het experiment zijn op 4 oktober vier behandelingen in drie herhalingen aangelegd (zie Tabel 1). In behandeling MSV/OI is het maïsstro verwijderd en het gras intact gebleven. In behandeling MSA/OI is de maïsstro bovenop het gras blijven liggen. In de behandelingen MSO/NI en MSO/NR is het maïsstro met een cultivator ondergewerkt. In behandeling MSO/NI is op 4 oktober Italiaans raaigras gezaaid en in behandeling MSO/NR rogge.

Tabel 1 Schema veldexperiment.

Behandeling	Maïsstro	Vanggewas	Zaaidatum vanggewas	Zaai hoeveelheid (kg/ha)
MSV/OI	verwijderen	Italiaans raaigras	18 juni	20
MSA/OI	achterlaten	Italiaans raaigras	18 juni	20
MSO/NI	onderwerken	Italiaans raaigras	4 oktober	20
MSO/NR	onderwerken	rogge	4 oktober	80

De drie herhalingen zijn met een tussenafstand van ongeveer 20 meter aangelegd. De oppervlakte van elk veldje is 9 m² (3 x 3 m). In bijlage 1 staat een overzicht van de indeling op het perceel. De herhalingen zijn op verschillende plekken op het perceel aangelegd.



Figuur 1 Overzicht van het veld direct na de aanleg op 4 oktober 2016.

2.2 Gegevensverzameling

Om de opbrengst van het maïsstro vast te stellen is op 4 oktober in behandeling MSV/OI van het complete veldje het maïsstro geoogst, gewogen en geanalyseerd op ds, N-tot, C-tot en RAS. Hiermee is te berekenen hoeveel droge stof en stikstof op het land achterblijft. Dit indiceert wat het risico is van het maïsstro op de stikstofuitspoeling en hoeveel effectieve organische stof het maïsstro aan de bodem kan toevoegen. In de andere objecten is het maïsstro achtergebleven. De hoeveelheid maïsstro was op het oog gelijkmatig over het perceel verdeeld. Daarom veronderstellen we dat de hoeveelheid maïsstro in alle objecten gelijk is geweest aan die op de veldjes van behandeling MSV/OI.

Maandelijks is de hoeveelheid N-min in de bodemlaag 0-40 cm gemeten. Van de behandelingen MSO/NI en MSO/NR is een mengmonster gemaakt behalve op monsterdatum 12 april 2017. In de monsters is de hoeveelheid NO₃-N en NH₄-N in mg/l gemeten en met de bodemdichtheid en bemonsterde laag omgerekend naar kg N-min per ha.

Tabel 2 Data uitvoering waarnemingen.

Behandeling	Opbrengst maïsstro	N-min bepaling bodem 0-40 cm	Opbrengst vanggewas
MSV/OI	4-okt-2016	2016: 4-okt, 3-nov, 8-dec 2017: 5-jan, 6-febr, 7-mrt, 12-apr	18-apr-2017
MSA/OI	--		18-apr-2017
MSO/NI	--		18-apr-2017
MSO/NR	--		18-apr-2017

Op 18 april 2017 is van alle veldjes de opbrengst van het vanggewas gemeten. Op plekken van 38x100 cm (0,38 m²) is het gewas geoogst. In de behandelingen MSV/OI en MSA/OI is op 2 plekken geoogst (totaal 0,76 m²), in behandeling MSO/NI op 3 plekken (totaal 1,14 m²) en in behandeling MSO/NR op 4 plekken (totaal 1,52 m²). Het gewas is gewogen en geanalyseerd op ds, N-tot, C-tot en RAS.

Alle analyses van gewas en bodem zijn uitgevoerd door Eurofins Agro.

3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het experiment beschreven. Achtereenvolgens wordt er ingegaan op de opbrengst van het maïsstro, de opbrengst van het vanggewas en de stikstofmetingen in de bodem.

3.1 Opbrengst maïsstro

Tabel 3 geeft de gemeten opbrengst van het maïsstro weer. Met het maïsstro bleef per ha 4300 kg droge stof en 35 kg N op het perceel achter. De organische stof die achterbleef, komt overeen met een hoeveelheid EOS, dit is de fractie van de verse organische stof die een jaar na toediening nog over is in de bodem, van 1080 kg per ha.

De C/N-verhouding van het maïsstro is 50. Deze hoge C/N-verhouding betekent dat het organische materiaal slecht wordt afgebroken en lang in de achterblijft. Wel zal er bij deze hoge C/N-verhouding door micro-organismen stikstof uit de bodem worden gebruikt voor de afbraak van het materiaal.

Tabel 3 Opbrengst maïsstro (kg/ha).

Behandeling	Herhaling	Vers gewicht	Droge stof	N-tot	Os	Eos*	C/n
MSV/OI	1	12000	5016	46	4110	1233	48
MSV/OI	2	9889	3679	27	3324	977	54
MSV/OI	3	11111	4233	32	3363	1009	49
MSV/OI	gem.	11000	4309	35	3599	1080	50
MSV/OI	stdev	1060	672	10	443	133	3

*Berekend met een humificatiecoëfficiënt van 0,3

3.2 Opbrengst vanggewas

Tabel 4 geeft de opbrengst van het vanggewas weer. Er is alleen vanggewas geoogst en geen resten van het maïsstro die nog aanwezig waren. De behandeling had een duidelijk effect op de opbrengst van droge stofopbrengst, stikstof en organische stof van het vanggewas ($F < 0.001$ voor al deze parameters). De opbrengst van de grasonderzaai op de veldjes waarbij maïsstro op het perceel achterbleef verschilde niet significant van de opbrengst op veldjes waar maïsstro verwijderd was (Tabel 4). De opbrengst van nazaai Italiaans raaigras en nazaai rogge waren echter significant lager dan die van de onderzaaivarianten en de opbrengst van nazaai rogge was significant lager dan die van Italiaans raaigras nazaai. Dit geldt ook voor de stikstofopbrengst (Tabel 4 en Figuur 4). Met onderzaai van gras werd ruim 200 kg EOS/ha meer geproduceerd dan met nazaai van gras of rogge.

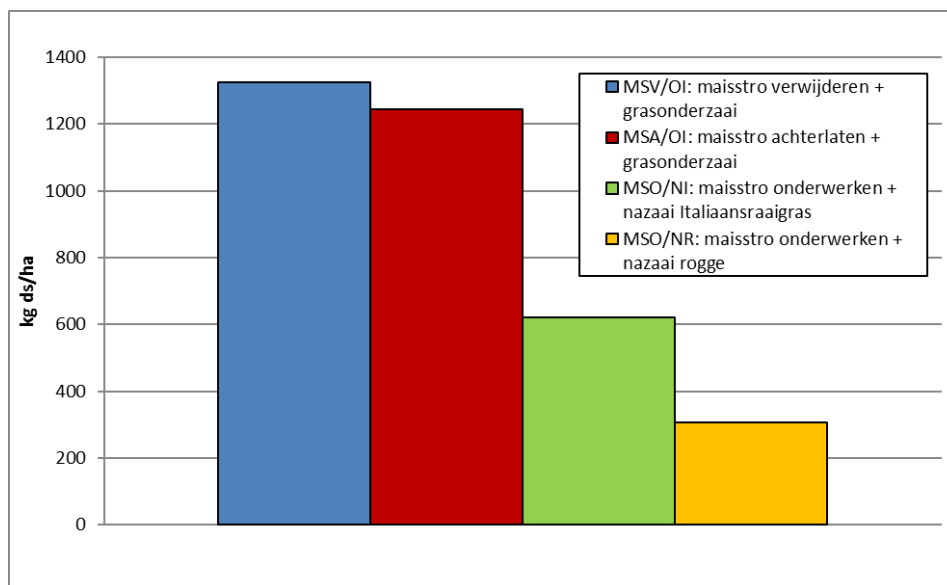
Tabel 4 Opbrengst vanggewas (kg/ha); met symbolen ^{a, b, c} bij de gemiddelden is aangegeven aan welke behandelingen significant te onderscheiden waren (a significant afwijkend van b enzovoorts) en welke niet significant te onderscheiden waren.

Behandeling	Droge stof*	N-tot*	Os*	Eos*
MSV/OI	1326 ^a	17 ^a	1243 ^a	373
	(110)	(3)	(104)	(31)
MSA/OI	1245 ^a	18 ^a	1163 ^a	349
	(149)	(2)	(142)	(43)
MSO/NI	622 ^b	11 ^b	574 ^b	172
	(223)	(4)	(218)	(65)
MSO/NR	307 ^c	5 ^c	268 ^c	80
	(76)	(2)	(71)	(21)

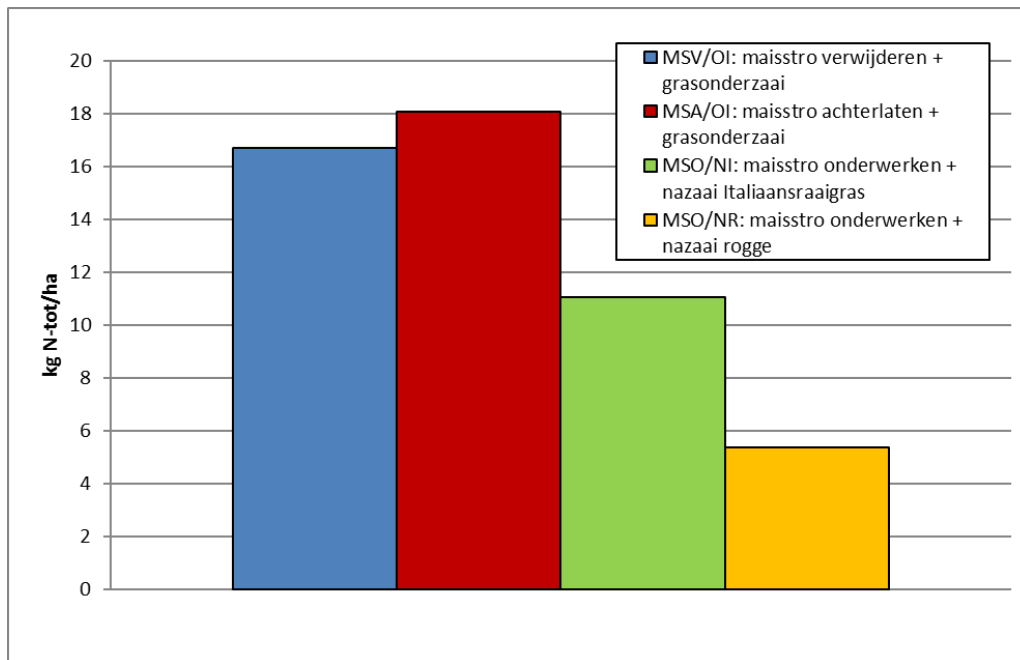
* Waarden tussen haakjes geven de standaarddeviatie weer (stdev)



Figuur 2 Overzicht van het veld op 23 maart 2017.



Figuur 3 Droge stofopbrengst vanggewas op 18 april 2017 (kg/ha).



Figuur 4 Stikstofopbrengst vanggewas op 18 april 2017 (kg/ha).

3.3 Stikstof in de bodem

Met een tussenperiode van een maand is op zeven tijdstippen de hoeveelheid minerale stikstof (N-min) in de bodemlaag 0-40 cm gemeten (Tabel 5).

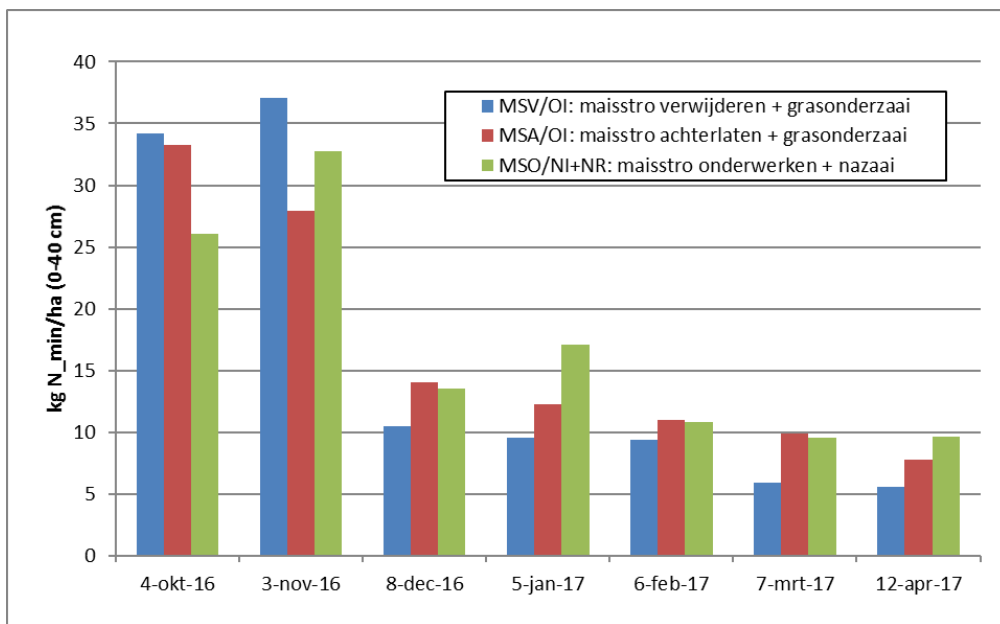
De behandelingen hebben alleen in april een significant effect op de hoeveelheid N-min in de bodem. Zowel in januari als in april is de hoeveelheid N-min bij de behandelingen met nazaai hoger dan bij de behandelingen met onderzaai (Tabel 5). Opvallend is dat in november de hoeveelheid in alle objecten meer dan gehalveerd is. Daarna daalt de hoeveelheid met kleine stappen tot het laagste niveau op 12 april.

In behandeling MSA/OI waar het maïsstro is achter gelaten, daalt al meteen de hoeveelheid N-min terwijl in behandeling MSV/OI waar het maïsstro is verwijderd eerst een toename van de hoeveelheid plaats lijkt te vinden en daarna pas een daling. De hoeveelheid stikstof in behandeling MSV/OI is vanaf december altijd lager dan in behandeling MSA/OI.

Tabel 5 N-min hoeveelheid in de bodemlaag 0-40 cm (kg/ha); met symbolen ^{a, b} bij de gemiddelden is aangegeven aan welke behandelingen significant te onderscheiden waren (a significant afwijkend van b enzovoorts) en welke niet significant te onderscheiden waren.

Behandeling	4-okt-16		3-nov-16		8-dec-16		5-jan-17		6-feb-17		7-mrt-17		12-apr-17	
ling	gem	std	gem	std	gem	std	gem	std	gem	std	gem	std	gem	std
MSV/OI	34 ^a	7	37 ^a	10	10 ^a	3	10 ^a	3	9 ^a	5	6 ^a	1	6 ^a	1
MSA/OI	33 ^a	13	28 ^a	7	14 ^a	2	12 ^{ab}	3	11 ^a	3	10 ^a	3	8 ^a	2
MSO/Nl*	26 ^a	7	33 ^a	4	14 ^a	4	17 ^b	3	11 ^a	5	10 ^a	2	9 ^{ab}	1
MSO/NR*													11 ^b	1

*Alleen op 12 april 2017 zijn de objecten c en d afzonderlijk bemonsterd



Figuur 5 Hoeveelheid N-min in de bodemlaag 0-40 cm (kg/ha).



Figuur 6 Overzicht van het veld voor de oogst van het vanggewas op 18 april 2017.

4. Discussie en conclusies

In paragraaf 4.1 gaan we in op de resultaten van het experiment. In hoeverre kunnen de resultaten worden verklaard op grond van de bestaande inzichten? En welke resultaten zijn juist in tegenspraak met bestaande theorieën en werpen een nieuw licht op ons begrip van het functioneren van vanggewassen?

Vervolgens plaatsen we in paragraaf 4.2 de resultaten in het perspectief van het gehele teeltplan. Daarbij gaan we in het bijzonder in op het functioneren van het vanggewas als maatregel om de nitraatuitspoeling te beperken en op de bijdrage aan de organische stofaanvoer naar de bodem.

Tenslotte formuleren we in paragraaf 4.3 een aantal conclusies over dit experiment.

4.1 Effecten van achterlaten van maïsstrooisel op het vanggewas en op stikstof in de bodem

Het achterlaten van het maïsstro heeft geen invloed op de ontwikkeling en de opbrengst van de grasonderzaai die als vanggewas in juni onder de maïs is gezaaid. In het object waar het maïsstro is achtergebleven is de opbrengst van de grasonderzaai 1245 kg ds/ha, 18 kg N/ha en 348 kg EOS/ha. Bij het verwijderen van het maïsstro is de opbrengst van het vanggewas 1326 kg ds/ha, 17 kg N/ha en 373 kg EOS/ha.

De opbrengst van het vanggewas dat na de oogst van de maïs is gezaaid is lager dan van de grasonderzaai. Italiaans raaigras gezaaid na de oogst van de maïs heeft een opbrengst van 622 kg ds/ha, 11 kg N/ha en 172 kg EOS/ha. Rogge gezaaid na de oogst van de maïs heeft een opbrengst van 307 kg ds/ha, 5 kg N/ha en 80 kg EOS/ha. Grasonderzaai voldoet in dit experiment beter als vanggewas voor de stikstof en als groenbemester dan het zaaien van een gewas na de oogst.

De winter van 2016/2017 was zacht met temperaturen die gemiddeld hoger waren dan normaal. Vooral februari en maart 2017 waren zacht. In januari 2017 was er een korte periode met matige tot strenge vorst waardoor die maand de gemiddelde temperatuur lager was dan normaal. De groeiomstandigheden voor een vanggewas waren goed. Een vanggewas dat na de oogst van de maïs wordt gezaaid zal de achterstand op grasonderzaai niet inhalen, mits de grasonderzaai goed ontwikkeld is bij de oogst van de maïs. Dan heeft het gras geen hinder van het maïsstro en kan het gewoon door groeien. De verwachting was dat het achtergebleven maïsstro de ontwikkeling van het vanggewas zou remmen door een zekere mate van verstikking en door het belemmeren van de lichtval op het gras. Dat dit in het experiment niet door de waarnemingen bevestigd wordt, kan verklaard worden doordat de maïsstro zo open is dat het verstikkingseffect en het licht belemmerende effect niet de overhand krijgt. Daarbij is ook denkbaar dat de maïsstro juist een gunstig effect heeft op het vanggewas doordat het zeer lokale bescherming kan bieden tegen kou. Tenslotte zou de maïsstro door afgifte van kleine hoeveelheden nutriënten bij vertering een licht bemestend effect kunnen hebben. Al deze zaken zijn moeilijk van elkaar te ontvlechten, maar het is wel heel waarschijnlijk dat het per saldo effect van al deze subtiele processen afhankelijk is van het weer. Daarom zou het verstandig zijn om deze proef enkele jaren te herhalen, om te bezien wat de resultaten zijn bij verschillende weerjaren.

Op 7 tijdstippen is de hoeveelheid N-min in de bodemlaag 0-40 cm gemeten. Wanneer die groter is dan 45 kg N-min/ha is er bij bouwland op droge zandgrond een hoog risico op overschrijding van de nitraatnorm in het bovenste grondwater van 50 mg/l. Op één veldje is op één moment 46 kg N-min/ha gemeten en op alle andere veldjes en tijdstippen minder dan 45 kg N-min/ha.

In oktober en november zijn de hoeveelheden N-min het hoogst met ruim 30 kg/ha. In december zijn in alle objecten de N-min hoeveelheden gehalveerd ten opzichte van november. De N-min hoeveelheid is in het object waar het maïsstro is verwijderd niet significant lager dan in de andere objecten. De enige significante effecten op N-min in de bodem doen zich voor in twee maanden in het voorjaar. In februari en april is N-min in de bodem hoger bij nazaai dan bij onderzaai, met of zonder achterlating van maïsstro. Het gaat hier echter om in absolute zin veel lagere N-min niveaus (< 10 kg N-min/ha), dan in het najaar, korter op de oogst van de maïs.

Het achterlaten van het maïsstro geeft geen aantoonbaar hoger risico op stikstofuitspoeling. Niet door het achterlaten van het gewas waaruit stikstof kan vrijkomen en niet door mogelijke onderdrukking van de grasonderzaai waardoor die minder stikstof kan vastleggen.

We zien dus een duidelijk verschillende opbrengsten van het vanggewas: onderzaai hoger dan nazaai, maar zien hier betrekkelijk weinig effecten van terug in bodem N-min hoeveelheden. Dit kan er op duiden dat het vanggewas bij nazaai al voldoende ontwikkeld was om de meeste vrijkomende stikstof uit de bodem op te nemen en dat de hogere biomassa ontwikkeling bij onderzaai weliswaar een hogere capaciteit had om vrijkomende stikstof op te nemen, maar dat dit extra vermogen niet nodig was. Het zou dan ook mogelijk zijn dat indien de maïs de aangeboden stikstof slecht zou hebben benut, de effecten van de ontwikkeling van het vanggewas op de hoeveelheid N-min in de bodem wel aantoonbaar zouden zijn. Dit kan zich bijvoorbeeld voordoen als de maïs zwaar bemest wordt of als de maïs zich slecht ontwikkelt door ongunstige weeromstandigheden, ziekte of bodemgesteldheid. Om dat te achterhalen, zou er een proef aangelegd moeten worden bij een zwaardere bemesting of bij ongunstige groeiomstandigheden voor maïs.

Een andere mogelijkheid is dat de metingen een deel van de uitgespoelde stikstof 'gemist' hebben. De hoeveelheid N-min na de oogst van de maïs is een indicator hoeveel reststikstof aanwezig is welke indien het niet wordt opgenomen door een gewas naar het grond- of oppervlaktewater kan verdwijnen. Wanneer die hoeveelheid laag is betekent dit niet dat aan de nitraatnorm is voldaan. Er kan al eerder in het groeiseizoen veel stikstof verloren zijn gegaan. In dit experiment is alleen gekeken naar de bodemlaag 0-40 cm waardoor niet het 'transport' van de stikstof naar diepere bodemlagen is gemeten. Echter, het feit dat maandelijks is gemeten en dat toch een aanzienlijke bodemlaag, 0-40 cm, bij de metingen is betrokken, maakt dat de kans vrij klein is, dat de N-min als indicator tekort is geschoten.

4.2 Betekenis voor het teeltplan

4.2.1 Nitraatuitspoeling naar grondwater

Om de nitraatuitspoeling op droge zandgrond te beperken is bijzondere aandacht voor de maïssteelt nodig. Zelfs bij het specifieke management met bijzondere aandacht voor goede uitvoering van gewasrotatie worden op De Marke relatief hoge nitraatgehalten in het bovenste grondwater gevonden van 45-97 mg per liter (Verloop et al., 2006). In het teeltplan op De Marke is al sprake van een scherp bemestingsregiem met een totale aanvoer van organische mest N van slechts 88 kg per ha. Dit mestmanagement correspondeert met een overschot (gemiddeld over 1^e, 2^e en 3^e jaars maïs) van 1 kg per ha. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat vruchtopvolgingen van gras naar maïs en *vice versa* van maïs of graan naar gras kritisch zijn en dat een goed vanggewas nodig is. (Hilhorst en Verloop, 2014, Verloop, 2013).

Tegen deze achtergrond dient het achterlaten van maïsstro dan ook te worden beoordeeld. Dat het een vereenvoudiging is van de oogsttechniek die kostenbesparend is, is weliswaar een belangrijk gegeven een praktische aanleiding. Maar wat is het effect op nitraatuitspoeling? De verwachte effecten met betrekking tot het risico van nitraatuitspoeling was:

1. Er blijft een oogstrest achter met een niet te verwaarlozen hoeveelheid nutriënten die vrij kunnen komen. Dit kan het risico op nitraatuitspoeling doen toenemen.
2. De maïsstro kan de groei en daarmee het functioneren van het vanggewas remmen, wat het risico op nitraatuitspoeling verder doet toenemen
3. Met het achterlaten van maïsstro wordt een extra hoeveelheid organisch materiaal (EOS) naar de bodem aangevoerd, wat bijdraagt aan het behoud van het organische stofgehalte in de bodem. Dit leidt naar verwachting tot een lager risico op nitraatuitspoeling.

Het veldexperiment duidt erop dat:

- Met de maïsstro inderdaad meer EOS achter. Het effect op het bodem organische stofgehalte is in een vruchtwisselingssysteem zeer beperkt, maar kan toch substantieel zijn op een perceel waar maïs in continueelt voorkomt.
- Het vanggewas heeft niet te leiden van de achtergelaten maïsstro. Dit lijkt dus geen factor die het risico op nitraatuitspoeling doet toenemen.

- De N-min gehalten in de bodem zijn bij achterlating van maïsstro niet hoger. In de winter waarin dit onderzoek uitgevoerd werd, lijkt het achterlaten van maïsstro dan ook niet tot geleid te hebben tot een toename van de nitraatuitspoeling naar grondwater.
- Door de hoge C/N verhouding van het maïsstro wordt er door de micro-organismen stikstof gebruikt voor de afbraak van het materiaal. Dit verlaagd het risico op nitraatuitspoeling.

Tegen de achtergrond van deze resultaten zou het achterlaten van maïsstro dan ook een werkwijze kunnen zijn, die in het gehele teeltplan van De Marke opgenomen zou kunnen worden.

4.2.2 Organische stof aanvoer

De organische stof aanvoer op een maïssperceel bestaat uit de organische bemesting, de maïsstoppel en het vanggewas. Wanneer de maïs als maïskolvenschroot wordt geoogst blijft het maïsstro op het perceel achter. Met het maïsstro is 1080 kg EOS/ha achtergebleven. Met de grasonderzaai is in behandeling MSV/OI 373 kg EOS/ha geleverd en in behandeling MSA/OI 349 kg/ha. Het achterlaten van het maïsstro heeft geen invloed op de hoeveelheid EOS met grasonderzaai.

Tabel 6 Effectieve organische stof (EOS) aanvoer met maïsstro en vanggewas (kg/ha).

Behandeling	Maïsstro	Vanggewas	Totaal*
MSV/OI	0	373	373
MSA/OI	1080	349	1429
MSO/NI	1080	172	1252
MSO/NR	1080	80	1160

*Exclusief bemesting en maïsstoppel

Het vanggewas dat na de oogst van de maïs wordt gezaaid, levert veel minder EOS dan de grasonderzaai. Het gras levert ongeveer de helft minder dan grasonderzaai en rogge de helft minder dan nazaai van gras. Uit deze proef blijkt duidelijk het voordeel van grasonderzaai: er wordt meer stikstof vastgelegd en meer EOS geproduceerd.

Tabel 7 Effectieve organische stof (EOS) balans voor een aantal systemen met grasonderzaai (kg/ha).

	Aanvoer					Afvoer	Totaal
	rundvee drijfmest (35m ³ /ha)	stoppel	maïsstro	vang gewas	voor vrucht	gewas	
continue teelt snijmaïs	1050	650	--	350	--	2500	-450
vruchtwisseling snijmaïs (scheurgrond)	0	650	--	350	1350	2500	-150
maïskolvenschroot; maïsstro oogsten	1050	650	--	350	--	2500	-450
maïskolvenschroot; maïsstro achterlaten	1050	650	1080	350	--	1420	1710

In een continu snijmaïsteeltsysteem bestaat de aanvoer van organische stof uit de bemesting, de stoppel (gewasresten) en het vanggewas. De aanvoer met bemesting is begrensd door de gebruiksnormen. Wel kan met de soort meststof gestuurd worden op de organische stof aanvoer. Met rundveemest kan binnen de gebruiksnormen meer organische stof worden aangevoerd dan met varkensmest en met compost weer meer dan met rundveemest. Wel moet er binnen de N en P gebruiksnorm ruimte zijn om compost aan te voeren of moet er ruimte worden gemaakt door mest af te voeren.

In een continu snijmaïsteeltsysteem is de organische stof balans negatief: de afvoer van snijmaïs is hoger dan de aanvoer. Er is 450 kg EOS/ha tekort voor een evenwicht. Wanneer de snijmaïs geteeld wordt op gescheurd grasland is het tekort 150 kg ESO/ha. Er wordt dan geen dierlijke mest aangewend omdat door

de mineralisatie van de graszode (bij tijdige vernietiging) er voldoende stikstof vrijkomt voor de maïsgroei. De graszode levert meer organische stof dan 35 m3/ha rundveedrijfmest. Wanneer die mest wel wordt aangewend zal de organische stof balans positief worden maar zal er veel stikstof verloren gaan en het nitraatgehalte in grond- en oppervlaktewater verhogen.

Bij traditioneel maïskolvenschroot oogsten, blijft het maïsstro achter op het perceel. Omdat alleen de kolven van de maïsplant worden geoogst is de afvoer van het perceel lager dan bij snijmaïs. Per saldo blijft er 1710 kg EOS/ha op het perceel achter. Wanneer het maïsstro, zoals in het verleden op De Marke, wel wordt geoogst is de organische stof balans gelijk aan snijmaïs oogst en negatief. Het achterlaten van het maïsstro heeft een groot positief effect op de organische stof balans.

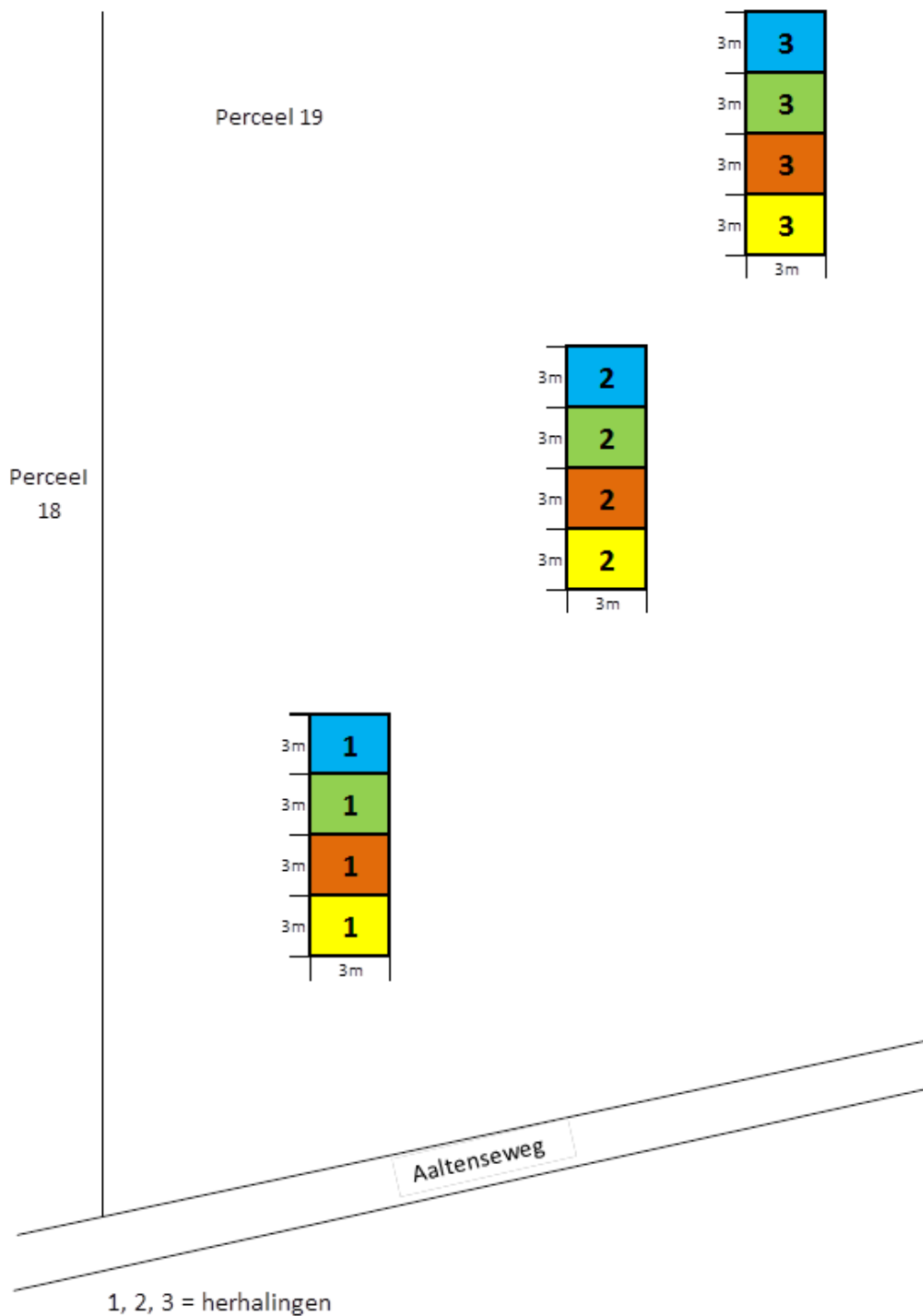
4.3 Conclusies

- Het achterlaten van het maïsstro bij de oogst van MKS geeft geen aantoonbaar hoger risico op stikstofuitspoeling. Niet door het achterlaten van het gewas waaruit stikstof kan vrijkomen en ook niet door mogelijke onderdrukking van de grasonderzaai waardoor die minder stikstof kan vastleggen.
- Grasonderzaai voldoet in dit experiment beter als vanggewas voor de stikstof en als groenbemester dan het zaaien van een gewas na de oogst.
- Als de grasonderzaai bij de oogst van de MKS goed ontwikkeld is, heeft het geen hinder van verstikking door het maïsstro en door belemmering van de lichtinval.
- De gemeten N-min hoeveelheden zijn in het object waar het maïsstro is achtergelaten niet significant hoger dan in de andere objecten waar het maïsstro is verwijderd.
- In het voorjaar zijn bij de objecten met nazaai significant hogere N-min hoeveelheden gemeten dan in de objecten met onderzaai, met of zonder achterlating van het maïsstro.
- Bij het achterlaten van het maïsstro op het perceel wordt er met het gewas 1080 kg EOS/ha aan de bodem toegevoegd. Het achterlaten heeft geen effect op de hoeveelheid EOS aanvoer met de grasonderzaai.
- In teeltsystemen met continue maïs kan de oogst van MKS en het achterlaten van het maïsstro voor een positieve organische stof balans zorgen waarmee het risico op stikstofuitspoeling op termijn lager wordt.
- Het is aan te bevelen een proef aan te leggen met en deze enkele jaren te herhalen bij een aantal bemestingstrappen en meerdere weerjaren om de effecten te ontvlechten.

Literatuur

- Hilhorst, G.J., Verloop J., 2014. Vakkundig zaaien vanggewas op maïsland loont. V-focus 6 jaargang 11: 29-31.
- Verloop, J. 2013. Limits of effective nutrient management in dairy farming: analyses of experimental farm De Marke, Ph.D. Thesis, Wageningen University , Wageningen, 192 pp.
- Verloop, J., Boumans, L.J.M., Van Keulen, H., Oenema, J., Hilhorst, G.J., Aarts, H.F.M., Sebek, L.B.J., 2006. Reducing nitrate leaching to groundwater in an intensive dairy farming system. Nutr. Cycl. Agroecosys. 74: 59-74.

Bijlage 1 Schema



MSA/OI = maïsstro achterlaten + grasonderzaai Italiaans raaigras
MSV/OI = maïsstro verwijderen + grasonderzaai Italiaans raaigras
MSO/NI = maïsstro onderwerken + nazaai Italiaans raaigras
MSO/NR = maïsstro onderwerken + nazaai rogge

Bijlage 2 Opbrengst vanggewas

Opbrengst vanggewas (kg/ha); met symbolen ^{a, b, c} bij de gemiddelden is aangegeven aan welke behandelingen significant te onderscheiden waren (a significant afwijkend van b enzovoorts) en welke niet significant te onderscheiden waren.

Behandeling	Herhaling	Vers Gewicht	Droge Stof	N-Tot	Os	Eos
<u>Maïsstro verwijderen + gras onderzaai Italiaans raaigras</u>						
MSV/OI	1	6053	1453	20	1363	409
MSV/OI	2	5539	1257	15	1178	353
MSV/OI	3	5066	1266	15	1188	356
MSV/OI	gem.	5553	1326^a	17^a	1243^a	373
MSV/OI	stdev.	494	110	3	104	31
<u>Maïsstro achterlaten + gras onderzaai Italiaans raaigras</u>						
MSA/OI	1	4724	1091	18	1015	304
MSA/OI	2	5632	1256	16	1178	353
MSA/OI	3	6013	1389	20	1297	389
MSA/OI	gem.	5456	1245^a	18^a	1163^a	349
MSA/OI	stdev.	662	149	2	142	43
<u>Maïsstro onderwerken + nazaai Italiaans raaigras</u>						
MSO/NI	1	3711	827	14	773	232
MSO/NI	2	2982	653	12	609	183
MSO/NI	3	1724	384	7	341	102
MSO/NI	gem.	2806	622^b	11^b	574^b	172
MSO/NI	stdev.	1005	223	4	218	65
<u>Maïsstro onderwerken + nazaai rogge</u>						
MSO/NR	1	1961	394	7	348	105
MSO/NR	2	1211	269	5	234	70
MSO/NR	3	1158	258	4	221	66
MSO/NR	gem.	1443	307^c	5^c	268^c	80
MSO/NR	stdev.	449	76	2	71	21



Secretariaat Koeien & Kansen

Postbus 338
6700 AH Wageningen
T (0317) 48 01 77
E info@koeienenkansen.nl
www.koeienenkansen.nl